



EESTI MAAÜLIKOOL  
Metsandus- ja maaehitusinstituut

**Maaris Varrik**

**ARUKASE (*Betula pendula* Roth.) JA HARILIKU KUUSE  
(*Picea abies* (L.) Karst.) RADIAALKASVU ANALÜÜS  
TORMIJÄRGSES PUISTUS ANTUMÄE KINNISTUL**

RADIAL GROWTH ANALYSIS OF SILVER BIRCH  
(*Betula pendula* Roth.) AND NORWAY SPRUCE (*Picea abies* (L.)  
Karst.) AFTER WINDSTORM ON ANTUMÄE PROPERTY

Bakalaureusetöö

Loodusvarade kasutamise ja kaitse õppekava

Juhendajad: dotsent Maris Hordo  
vanemlaborant Sandra Metslaid

Tartu 2017



Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014	Bakalaureusetöö lühikokkuvõte		
Autor: Maaris Varrik	Õppekava: loodusvarade kasutamine ja kaitse		
Pealkiri: Arukase ( <i>Betula pendula</i> Roth) ja hariliku kuuse ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.) radiaalkasvu analüüs tormijärgses puistus Antumäe kinnistul			
Lehekülgi: 39	Jooniseid: 24	Tabeleid: 3	Lisaid: 4
Osakond:	Metsakorraldus		
Uurimisvaldkond:	Dendrokronoloogia		
Juhendaja(d):	Maris Hordo, Sandra Metslaid		
Kaitsmiskoht ja aasta:	Tartu, 2017		
<p>Mets on Eesti jaoks tähtis loodusvara, mis katab meie riigi pindalast üle poole (~51%) ja annab tööd paljudele eestlastele. Dendrokronoloogiliste meetoditega saab hinnata ja analüüsida erinevate häiringute mõju puude kasvule.</p> <p>Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on analüüsida arukase ja hariliku kuuse radiaalkasvu tormijärgses puistus Antumäe kinnistul, Lõuna-Eestis. Töös kasutatakse 20 tormi üle elanud puu puursüdamiku proovi, mis koguti novembris 2016 toimunud välitöödel.</p> <p>Proovid mõõdeti ja seejärel analüüsiti nende protsentuaalset juurdekasvu pärast tormi. Suhtelise juurdekasvu meetodi abil hinnati toimund häiringu mõju suurust.</p> <p>Suurim suhteline juurdekasv ja rinnaspindala juurdekasv toimus kuuskedes, mis asusid lagedal alal. Analüüsis selgus, et kase suhteline juurdekasv ja rinnaspindala juurdekasv ei näidanud suurt muutust enne ja pärast häiringut, mis võib olla tingitud asjaolust, et enne häiringut oli kask esimese rinde enamuspuuliik.</p> <p>Töö tulemuste põhjal saab hinnata arukase ja hariliku kuuse reaktsiooni tormikahjustustele.</p>			
Märksõnad: puu aastarõngad, kasvu vabanemine, radiaalkasv, torm			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Autor: Maaris Varrik		Specialty: Natural Resources Management	
Title: Radial growth analysis of Silver birch ( <i>Betula pendula</i> Roth.) and Norway spruce ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.) after windstorm on Antumäe property			
Pages: 39	Figures: 24	Tables: 3	Appendixes: 4
Department:	Forest management		
Field of research:	Dendrochronology		
Supervisor(s):	Maris Hordo, Sandra Metslaid		
Place and date of defence:	Tartu, 2017		
<p>Forests are an important natural resource for Estonia, covering over half of the country's territory (ca 51%) and provides jobs for numerous Estonians. Dendrochronology helps evaluate and analyse how different disturbances affect the growth of trees.</p> <p>In this Bachelor thesis radial growth changes of Silver birch and Norway spruce trees following a windstorm disturbance on Antumäe private forest property, located in Southern Estonia were analysed. For this research study increment cores from 20 trees that survived the storm were collected in November 2016. Tree-ring widths were measured and radial growth release after storm disturbance was analysed. Percentage growth change method was applied to assess the magnitude of release in sampled trees. In addition, basal area increments before and after the disturbance were compared.</p> <p>The greatest release in growth and basal area increment were observed in advance regeneration of Norway spruce that grew in an a cleared area. The changes in radial growth, including basal area increment before and after the disturbance, were considerably smaller for the birch, which might be explained by the fact that birch was a dominant tree species in the stand before the disturbance. The results of this research study contributes to improved understanding on silver birch and Norway spruce growth responses to windstorm damages.</p>			
Keywords: tree rings, growth release, radial growth, storm			

# SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. MATERJAL JA METOODIKA .....	7
1.1. Prooviala.....	7
1.1. Välitööd .....	8
1.2. Laboritööd .....	9
1.3. Statistilised meetodid.....	10
2. TULEMUSED .....	12
2.1. Üldtulemused.....	12
2.2. Suhtelise häiringu meetod .....	15
2.3. Rinnaspindala juurdekasv .....	22
3. ARUTELU .....	27
KOKKUVÕTE.....	29
Kasutatud kirjandus.....	31
LISAD .....	35
Lisa 1. Metsakaitseeksperitiis.....	36
Lisa 2. Eraldiste seisukord peale lageraiet .....	37
Lisa 3. Eraldise 1 ja 5 koosseisu takseerandmed aastast 2009.....	38
Lisa 4. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta .....	39

## SISSEJUHATUS

Mets on keskkonnaga tihedalt seotud ökosüsteem, mis on suuresti mõjutatud nii inimtegevuse kui ka ilmastikutingimuste poolt. Eesti alast üle poole – umbes 51% – on kaetud metsaga, mis muudab selle riigi jaoks tähtsaks loodusvaraks ja annab tööd paljudele inimestele.

Torm võib endaga kaasa tuua suure majandusliku kahju sõltuvalt selle tugevusest ja suuruselt. Aastatel, kus Eestit on laastanud mitmed suureulatuslikud tormid, on olnud nii madalad hinnad puiduturul kui ka kohati madalama kvaliteediga materjal (Hepner, 2016). Lõuna-Eestit tabasid 2016. aasta juulis äiksetorm, mis murdis riigimetsas 180 000 tihumeetrit puitu (Aitsam, 2016). Aga tormid ei tekita ainult metsaomanikule kahju, vaid võivad tekitada ka bioloogilise mitmekesisuse suurenemise ja aidata kaasa puistu taas tekkele. Tormijärgses puistus vabanevad valgus ja toitained, tänu millele saavad alles jäänud puud paremad kasvutingimused ning saavad kasvama hakata ka uued liigid (Köster, 2009).

Üks võimalus uurida puistus toimunud häiringute mõju on kasutada dendrokronoloogilisi meetodeid st. analüüsida puude aastarõngaste mustreid. Dendrokronoloogia on teadus aastarõngaste seadmisest ajaliselt korrektsesse järjestusse (Läänelaid, 1976). Metsasektoris saab dendrokronoloogilisi meetodeid kasutada selleks, et uurida võimalike keskkonna- ja inimtegurite mõju puudele (Lõhmus, 1992).

Eestis on dendrokronoloogiliste meetodite kasutamine keskkonnauuringute teostamiseks olnud kasutuses küllaltki vähe aega. Varasemalt on seda kasutatud peamiselt arheoloogiliseks dateerimiseks. Teaduritele on suuremal määral huvi pakkunud ka dendroklimatoloogia – teadus, kus uuritakse erinevate kliimafaktorite mõju puude aastarõngaste kasvule (Läänelaid, 1976). Metsanduse valdkonnas on seni Eestis dendroklimatoloogilisi uuringuid teostanud näiteks nii Erich Lõhmus (1992) kui ka Maris Hordo (2011), kes on analüüsinud peamiselt kliima mõju puude radiaalkasvule majandatavates metsades. Samuti Henn Pärn (2004, 2008) on uurinud muutuvates keskkonnatingimustes kliima ja radiaalkasvu vahelist

seost. Alar Läänelaid (2002) on läbi viinud väga mitmeid uuringuid puude aastarõngaste dateerimise kohta ehitistes jms, samuti on publitseerinud viimastel aastatel nii kuivenduse mõju (Läänelaid jt. 2014) koht kui ka kaevanduse mõjust puude jämeduskasvule (Läänelaid, 2010; Läänelaid & Eckstein, 2010) Eestis. Viimastel aastatel on edukalt kaitstud ka mitmeid bakalaureuse- ja magistritöid, kus on kasutatud edukalt dendrokronoloogilisi meetodeid, nagu näiteks Marietta Pruuli (2014) uuris häiringute (putukate rüüste) mõju Käsnu poolsaare männikutes, Taavi Kannimäe (2015) analüüsis kliima mõju Järvelja Õppe- ja Katsemetskonna lehisepuistutes ja Doris Silm (2015) teostas kliimaanalüüsi loometsades kuuse-, kase- ja männipuude andmeil ning Aleksei Potapov (2016) analüüsis metsamelioratsiooni mõju puude radiaalkasvule.

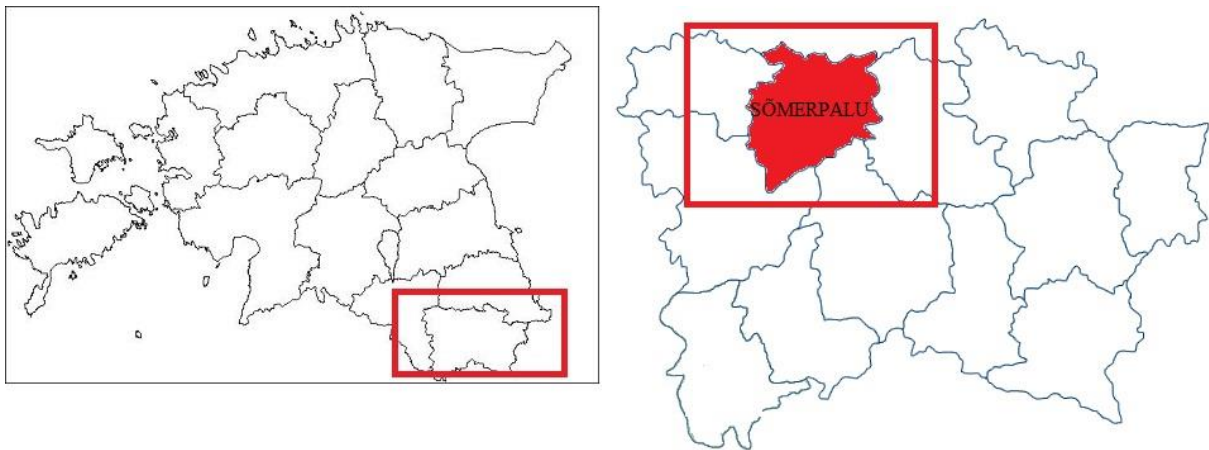
Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on analüüsida arukase ja hariliku kuuse radiaalkasvu tormijärgses puistus Antumäe kinnistul. Uurimuses on kasutatud novembris 2016 toimunud välitöödel kogutud puursüdämike andmeid.

Töö autor soovib siinkohal tänada oma juhendajaid Maris Hordo't ja Sandra Metslaid'i kasulike nõuannete ja asjatundliku juhendamise eest.

# 1. MATERJAL JA METOODIKA

## 1.1. Prooviala

Käesoleva bakalaureusetöö uurimisalaks on Võrumaal Sõmerpalu vallas asuva Antumäe talu kinnistu (joonis 1) ja uurimisobjektiks tormijärgselt alles jäänud elusad terved puud. Proovipuud asuvad eraldistel 1 ja 5. Eraldised kannatasid äikesetormi ajal (8. augustil 2010. aastal) suuri kahjusid. Metsakaitseeksperdiis hindas kahjustustaseme eraldisel 1 tugevaks ja eraldisel 5 väga tugevaks. Kuna metsatäius oli langenud alla 30%, soovitati sanitaarlageraie korras raiuda eraldisel 1 0,25 hektarilt 35 tihumeetrit ja eraldisel 5 raiuda 0,2 hektarilt 33 tihumeetrit; seda vaatama eraldiste asumisele Keema järvede kaitsealal (lisa 1). Sanitaarraie toimus 2010. aastal (lisa 2) ja järgneval kevadel toimus ala uuendamine männi ja kuusega. Ala täiendati männiga 2012. aastal uuesti männikärsaka kahjustuse tõttu.



**Joonis 1.** Prooviala paiknemine (tähistatud punasega)

Eraldise enne 2009. aasta tormi kirjeldavad takseerandmed on kirjas tabelis 1. Andmed pärinevad Metsaregistri andmebaasist (Metsaregister, 2017).

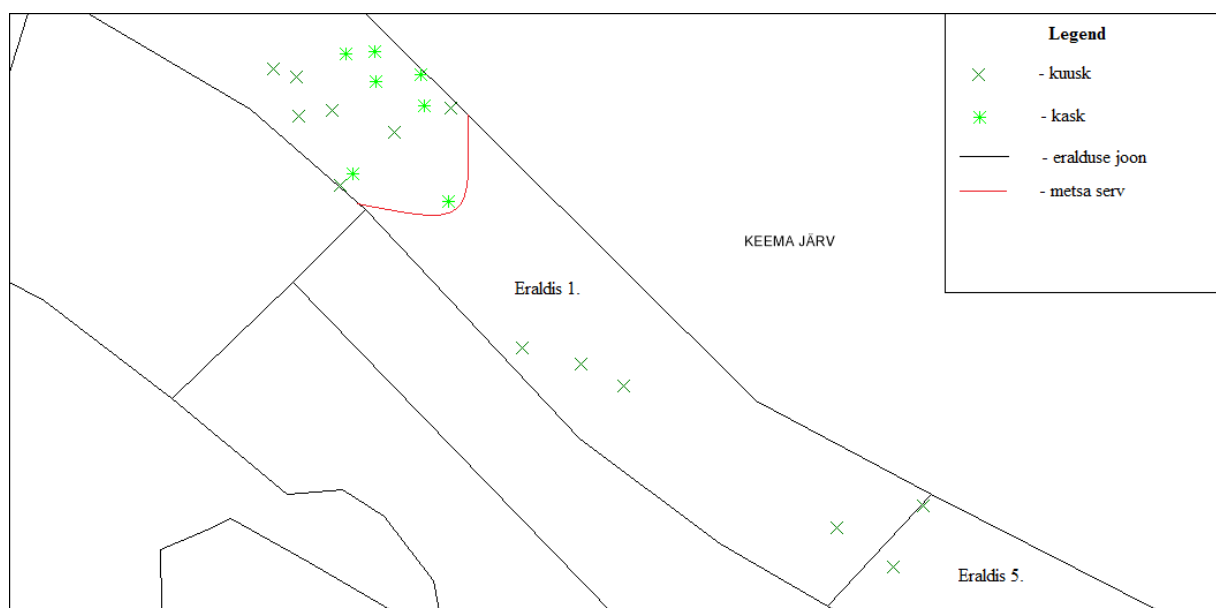
**Tabel 1.** Eraldise 1 ja 5 takseerandmed aastast 2009 (Metsaregister).

Eraldise nr.	1	5
Pindala, ha	0,5	0,2
Kõrgus, m	29,0	29,0
Täius, %	69	90
Kasvukohatüüp	jänese kapsa	jänese kapsa
Boniteet	1	1

Mõlemad eraldised on 1. boniteedi jänese kapsa kasvukohatüübid, mille täius enne tormi eraldisel 1 oli 69 % ja eraldisel 5 90 %. Keskmise puude kõrgus mõlemal eraldisel oli enne tormi 29 meetrit. Eraldisel 1 oli esimese rinde enamuspuuliik kask ja teise rinde puuliik oli kuusk; eraldisel 5 oli esimese rinde enamuspuuliik kuusk (lisa 3).

### 1.1.Välitööd

Käesolevas töös analüüsiti puude aastarõngaste laiusi, et hinnata tormi kui keskkonnahäiringu mõju puude kasvule. Puursüdamike proovide kogumine toimus 4. novembril 2016. aastal. Proovid koguti kokku 20 puult: 7 arukaselt ja 13 harilikult kuuselt (joonis 2). Puursüdamike proovid võeti juurdekasvupuuriga 1,3 m kõrguselt visuaalselt tervetelt puudelt. Samuti koguti andmed iga valitud puu diameetri ja kõrguse kohta kasutades kluppi ja Vertex-i III kõrguskaugusmõõdjat. Andmete kogumise järel puud märgistati. Eelnevalt märgistatud puudelt võeti 25. veebruaril 2017 GPS koordinaadid.



**Joonis 2.** Eraldistel 1 ja 5 paiknevad puud, millelt võeti puursüdamike proovid



Antumäe kinnistult kogutud puid iseloomustavad andmed on esitatud tabelis 2. Kokku koguti andmeid 20 puult: 7 arukaselt ja 13 kuuselt; kuusepuud jaotati lagedal alal (6 tk) ja metsas (7 tk) kasvavateks puudeks. Puude kohta koguti järgmised andmed: puu kõrgus, diameeter ja kaugus metsapiirist. Esitatud on iga muutuja miinimum, maksimum, keskmine ja standardhälve.

**Tabel 2.** Üldstatistika puuliikide kaupa vastavalt kuusepuul metsas ja lagedal alal.

	Liik	Kask	Kuusk		
			Lagedal alal	Metsa alal	Kokku
	Puu arv	7	6	7	13
Kõrgus (m)	Miinimum	14,0	6,2	16,4	6,2
	Maksimum	30,7	11,7	29,9	29,9
	Keskmine	25,7	9,0	21,2	13,1
	Standardhälve	5,6	2,1	7,5	7,4
Diameeter (cm)	Miinimum	17,6	11,8	21,3	11,8
	Maksimum	35,1	19,4	24,8	24,8
	Keskmine	27,3	16,2	23,1	18,5
	Standardhälve	4,1	2,7	1,8	4,2
Kaugus metsapiirist (m)	Miinimum	1,9	0	14,8	0,0
	Maksimum	22,7	0	22,1	22,1
	Keskmine	9,2	0	18,5	6,2
	Standardhälve	7,8	0	3,7	9,4

## 1.2. Laboritööd

Kogutud proovid valmistati ette Eesti Maaülikoolis 2016. aasta novembris, kus esmalt liimiti eelnevalt kogutud proovid puualustele ja kuivamise järel lihviti liivapaberiga, mis tagas parema mõõtmistäpsuse. Edasine töö tehti metsakorralduse osakonna laboris, kus alates 2016. aasta novembrist kuni 2017. aasta jaanuarini teostati hariliku kuuse ja arukase mõõtmisi. Aastarõngaste laiuste mõõtmiseks kasutati mõõtmislauda LINTAB™ 5 ja programmi TSAPWin™, mille mõõtmistäpsus on 0,01 mm (Rinn, 2003). Harilikul kuusel mõõdeti nii vara- kui ka hilispuidu laiused eraldi, sest nad moodustuvad erinevatel aegadel – varapuit kasvuperioodi alguses ja hilispuut kasvuperioodi lõpus (Cuny *et al.* 2014).

Arukasel mõõdeti aastarõngaste laiused, sest vara- ja hilispuidu osa ei ole võimalik eristada.

### 1.3. Statistilised meetodid

Esmalt ristdateeriti aastarõngaste laiuste mõõtmistulemused visuaalselt kasutades TSAPWin<sup>TM</sup> programmi. Seejärel viidi läbi ka statistiline ristdateerimine programmiga COFECHA, et kõrvaldada kõik mõõtmisvead (Grissino-Mayer, 2001). COFECHA abil leiti andmed iga andmeseeria kohta ja pärast leiti puu liigiti keskmised, mis andis parema arusaama kogutud andmetest. Andmeid kirjeldavad statistikud on järgmised: puude arv; seeriade sobivus; keskmine, minimaalne ja maksimaalne seeria pikkus; aastarõnga laius ja standardhälve. Seeriade sobivus näitab mõjutava teguri tugevust, milleks on tavaliselt kliima; sobivuse hindamine oleneb puude liigist ja kliimast ning universaalset hindamissüsteemi ei ole olemas kõikidele liikidele kõigis maailma paikades (Metslaid, 2016). Keskmine, minimaalne ja maksimaalne seeria pikkus, aastarõnga laius ja standardhälve näitavad andmete varieeruvust. Järgmisena teostati arvutused programmis *Microsoft Excel*, kus visuaalseks võrdlemiseks ja järgnevate arvutuste tegemiseks moodustati juurdekasvuseeriad.

Uurimistöös võrreldi kasvumuutust kahe perioodi vahel: enne häiringut ja pärast häiringut. Töös arvutati protsentuaalne juurdekasvu muutus suhtelise häiringu meetodil Nowacki ja Abrams (1997) järgi, et tuua välja puistus toimunud häiringute mõju. Suhtelise juurdekasvu muutus protsentides leitakse valemiga:

$$\%GC = [(M2 - M1)/M1] * 100, \quad (1.4.1)$$

kus %GC – suhteline juurdekasv (%);

M1 – keskmine juurdekasv sündmusaastale eelneval ajavahemikul, mis hõlmab sündmusaastat (mm);

M2 – keskmine juurdekasv sündmusaastale järgneval ajavahemikul (mm).

Meetodi autorid soovivad nii M1, kui M2 pikkuseks võtta 10 aastat, sest see neutraliseerib lühiajalise kliimamõju kasvule, aga samas toob välja kasvu keskmise muutuse, mis on seotud puistus toimunud häiringutega (Nowacki, Abrams 1997). Töös uuritavast häiringust on möödunud 6 aastat, seega kasutati nii M1 kui ka M2 puhul kuueaastast kasvumuutuse perioodi. Kui radiaalkasv on suurenenud vähemalt 25–50%, loetakse see keskmise mõjuga häiringute tuvastamise miinimumiks; kui radiaalkasv on suurenenud rohkem kui 50%, siis loetakse häiring suureks (Nowacki, Abrams 1997).

Järgnes andmeanalüüs, mis viidi läbi R-keskkonnas (The R Foundation, 2017), kus esmalt loodi võrdlev joonis karpdiagramm-meetodil, mis näitab kase- ja kuusepuude ning vastavalt kuuse hilis- ja varapuidu suhtelist juurdekasvu.

Töös kasutati lineaarset regressioonianalüüsi, et uurida kolme erineva muutuja - kõrgus, diameeter ja kaugus metsapiirist – sõltuvust suhtelisest juurdekasvust, et leida nende mõju puude juurdekasvule. Iga muutuja mõju analüüsiti aastarõnga laiusele, hilis- ja varapuidule eraldi. Joonistel, kus uuriti muutujate mõju aastarõngale, on eraldi välja toodud ka kuused nende asukoha järgi: kuused metsaosas ja kuused lagedal alal. Seose tugevust hinnati determinatsioonikordaja ( $R^2$ ) abil. Determinatsioonikordaja näitab, kui suure osa summaarsest varieerumisest kirjeldab ära regressioonivõrrand (Kiviste, 2007).

Leidmaks, kas pärast tormi suurenes puudes rinnaspindala juurdekasv võrreldes ajaga enne tormi, normaliseeriti aastarõnga laiused ja arvutati rinnaspindala juurdekasv Biondi ja Qeadan (2008) valemi järgi R-keskkonnas kasutades paketti *dplr* (Bunn *et al.* 2015). Töös loodi karpdiagrammid, mis aitavad võrrelda perioodi enne häiringut ja pärast seda. Puude kasvades aastarõnga laius üldiselt väheneb piki ristlõiget ning selle põhjuseks on asjaolu, et puidu kihid tuleb lisada üle üha laieneva pinna (Biondi, Qeadan 2008). Seetõttu on raske silmaga hinnata, kas rinnaspindala juurdekasv on suurenenud võrreldes ajaga, kui puu oli veel noor.

Rinnaspindala juurdekasvu (BAI,  $\text{mm}^2$ ) arvutati valemiga:

$$BAI_t = \pi R_t^2 - \pi R_{t-1}^2 \quad (1.4.2)$$

kus, BAI= rinnaspindala juudekasv,  $\text{mm}^2$ ;

$R_t$ – aastarõnga raadius aastase juurdekasvu lõpus,  $\text{mm}^2$ ;

$R_{t-1}$ –aastarõnga raadius aastase juurdekasvu alguses,  $\text{mm}^2$ ;

t – aastarõnga moodustumise aasta;

## 2. TULEMUSED

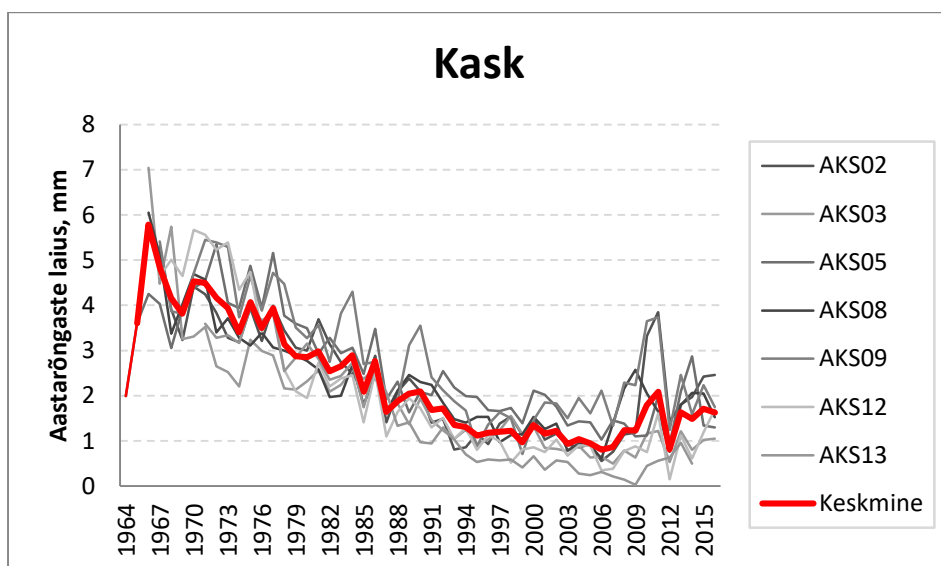
### 2.1. Üldtulemused

Käesolevas uurimistöös analüüsiti Antumäe kinnistul kasvavate kuuse- ja kasepuude aastarõngaste andmeid. Antumäe kinnistult kogutud proovide üldandmed on toodud tabelis 3, kus analüüsiti tormi mõju puude radiaalkasvule. COFECHA-ga (Grissino-Mayer, 2001) leitud üldandmed puude aastarõngaste kohta on esitatud tabelis 3. Analüüsiti kokku 20 puud: 13 kuuske ja 7 arukaske, millel oli kokku 741 aastarõngast.

**Tabel 3.** Puursüdamiku proovide üldandmed puuliikide kaupa. Eraldi on esitatud kuuse hilis- ja varapuit.

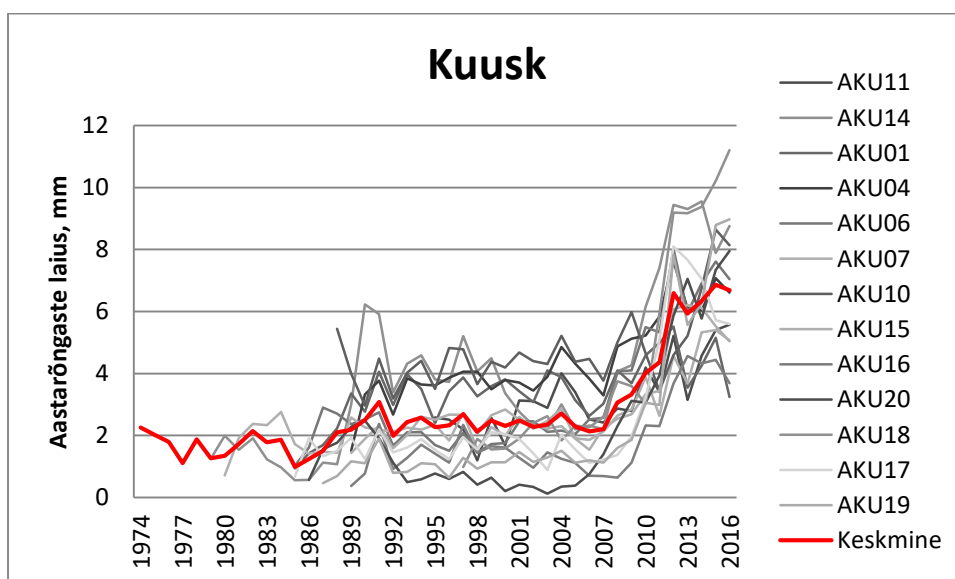
	Kuusk	Kuusk hilispuit	Kuusk varapuit	Kask
Puude arv	13			7
Seeriaste sobivus	0,445	0,215	0,215	0,427
Keskmine aastarõnga seeria pikkus (aasta)	30,2	16,4	16,1	50
Minimaalne aastarõnga seeria pikkus (aasta)	20	11	11	44
Maksimaalne aastarõnga seeria pikkus (aasta)	43	30	30	53
Keskmine aastarõnga laius (mm)	3,16	2,77	3,09	2,23
Minimaalne aastarõnga laius (mm)	4,56	0,81	4,33	5,31
Maksimaalne aastarõnga laius (mm)	11,21	10,21	11,21	7,04
Keskmine standardhälve (mm)	1,79	1,50	1,86	1,29
Minimaalne standardhälve (mm)	1,10	0,194	0,86	1,17
Maksimaalne standardhälve (mm)	3,40	3,55	3,72	1,6

Puude visuaalseks ristdateerimiseks loodi aastarõngaste laiuste põhjal juurdekasvuseeriad kase, kuuse ja vastavalt kuuse hilispuidu ja kuuse varapuidu kohta. Kase seeriaste sobivus oli 0,427 (joonis 3, tabel 3). Uuritavatest kaskedest pikim aastarõnga seeria oli 53 aastat, kitsaim pikkus oli 44 aastat. Keskmine aastarõnga laius oli 2,23 mm, suurim oli 7,04 mm ja kitsaim 5,31 mm. Kase keskmine standardhälve on 1,29 mm, mis näitab aastarõnga laiuse kõrvalekallet.



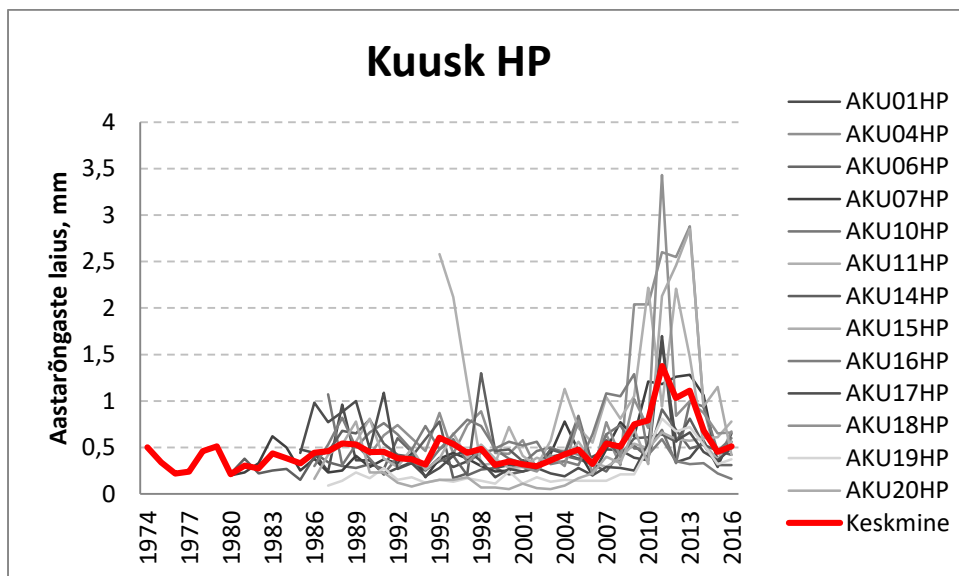
**Joonis 3.** Kase aastarõngaste laiused üksikpuude kaupa ja seitsme puu keskmine

Joonisel 4 on kuuse juurdekasvuseeria, mille sobivus oli 0,445 (tabel 3). Kuuse keskmine seeriaste pikkus oli 16,4 aastat. Keskmine aastarõnga laius kuusel oli 3,16 mm. Kuuse keskmine standardhälve oli 1,79 mm.



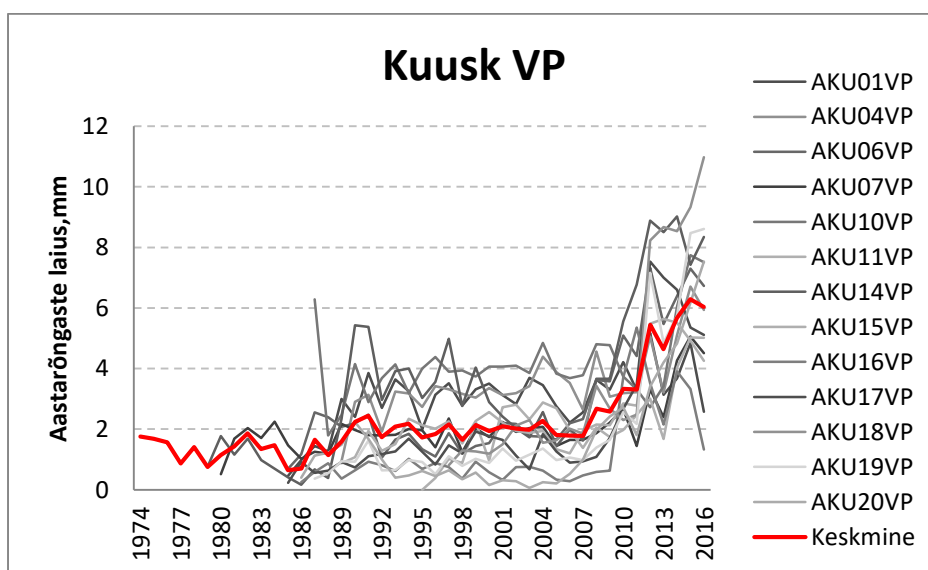
**Joonis 4.** Kuuse aastarõngaste laiused üksikpuude kaupa ja kolmeteistkümne puu keskmine

Kuuse hilispuidu seeriaste sobivus oli 0,215 (joonis 5, tabel 2). Keskmine aastarõnga seeria pikkus oli 16,4 aastat, keskmine aastarõnga laius oli 2,77 mm. Keskmine standardhälve oli 1,50 mm.



**Joonis 5.** Kuuse hilispuidu (HP) aastarõngaste laiused üksikpuude kaupa ja kolmeteistkümne puu keskmine

Kuuse varapuidu seeriaste sobivus oli 0,215 (joonis 6, tabel 2). Keskmine aastarõnga seeria pikkus oli 16,1 aastat, keskmine aastarõnga laius oli 3,09 mm. Keskmine standardhälve oli 1,86 mm.

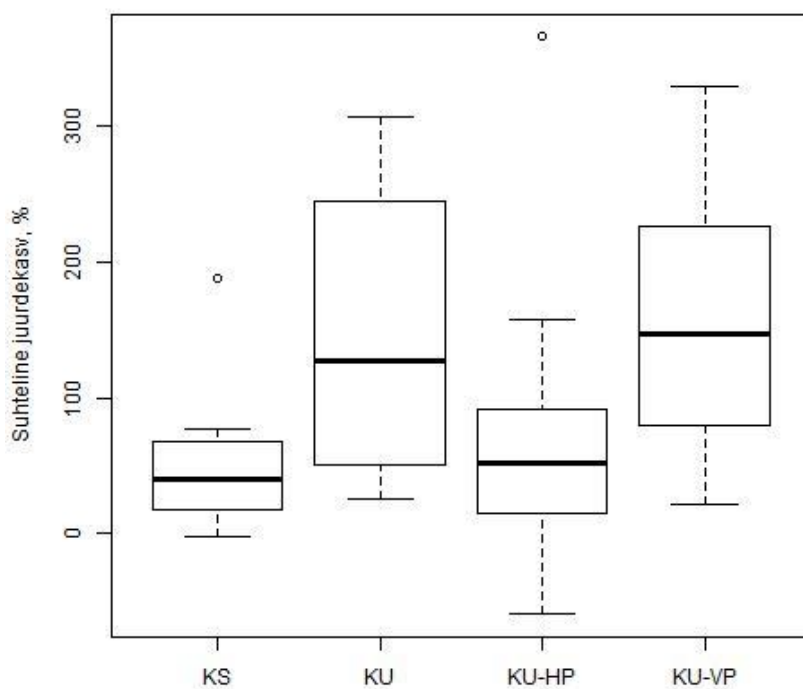


**Joonis 6.** Kuuse varapuidu (VP) aastarõngaste laiused üksikpuude kaupa ja kolmeteistkümne puu keskmine

## 2.2. Suhtelise häiringu meetod

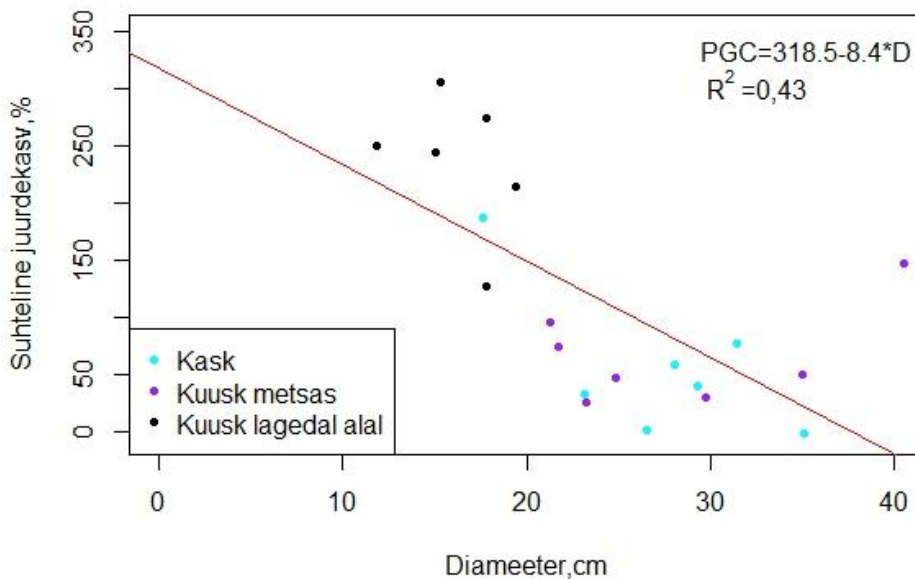
Edasi arvatati suhteline juurdekasv ja seejärel analüüsiti töös kolme erinevat muutujat, et leida nende suhe puude suhtelise juurdekasvuga. Muutujateks valiti kõrgus, diameeter ja kaugus metsapiirist. Saadud tulemused on esitatud graafiliselt kolmel joonisel iga muutuja kohta; välja on toodud iga tegurimõju vastavalt aastarõnga laiusele, hilis- ja varapuidule eraldi. Joonistel, millel on toodud mõju aastarõngale, on eraldatud kuused, mis asuvad metsaosas ja puud, mis asuvad lagedal alal.

Joonisel 7 on toodud puude suhteline juurdekasv liigiti ja eraldi kuuse vara- ja hilispuit. Kõige suurem kasvu vabanemine toimus kuusel, mille keskmine suhteline juurdekasv oli 145,30 % ja maksimaalne suhteline juurdekasv 305,82 %. Võrreldes kuuse vara- ja hilispuitu, toimus kasvu vabanemine suuremal määral varapuidus, kus keskmine kasvu vabanemine oli 153,62% ja hilispuidu keskmine vabanemine oli 74,19%. Kõige väiksem kasvu vabanemine toimus kasel, mille keskmine suhteline juurdekasv oli 56,83%.



**Joonis 7.** Kase- ja kuusepuude ning vastavalt kuuse hilispuidu (HP) ja varapuidu (VP) suhteline juurdekasv

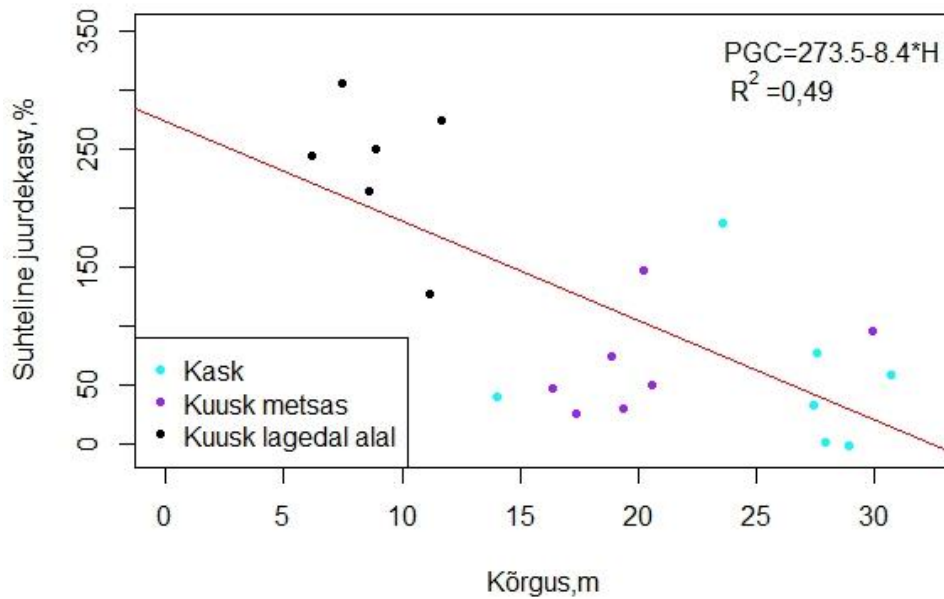
Diameetri ja suhtelise juurdekasvu vahel leiti seos, mida näitab ka determinatsioonikordaja  $R^2=0,43$ . Joonisel 8 on näha, et mida väiksem on diameeter, seda suurem oli suhteline juurdekasv. Diameetri suurenedes suhteline juurdekasv väheneb. Kõige suurem suhteline juurdekasv 305,82% oli kuusel, mille diameeter oli 15,3 cm (tabel 2). Kõige suurema diameetriga puul (35,1 cm) suhteline juurdekasv puudus.



**Joonis 8.** Kuuse ja kase suhtelise juurdekasvu vaheline seos diameetriga

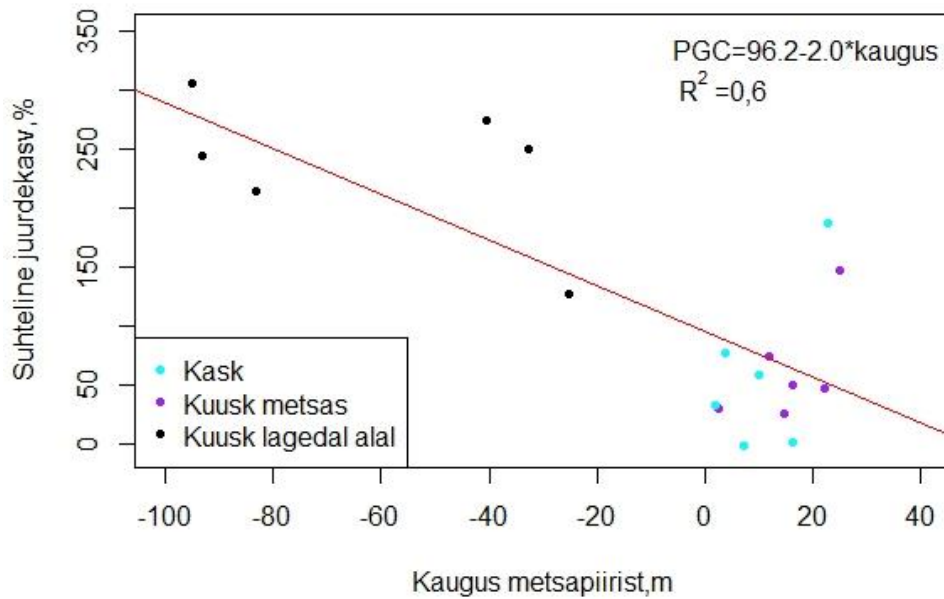
Joonisel 9 on näha kõrguse ja suhtelise juurdekasvu vaheline seos  $R^2=0,49$ . Mida väiksem on kõrgus, seda suurem on suhteline juurdekasv ja mida suuremaks läheb kõrgus, seda väiksemaks jääb suhteline juurdekasv. Kõige suurem suhteline juurdekasv on toimunud kuuskedel, mille kõrgus jäi alla 15 meetri. Kaskedel, mille kõrgus oli suurem kui 25 meetrit, jäi suhteline juurdekasv alla 100%.





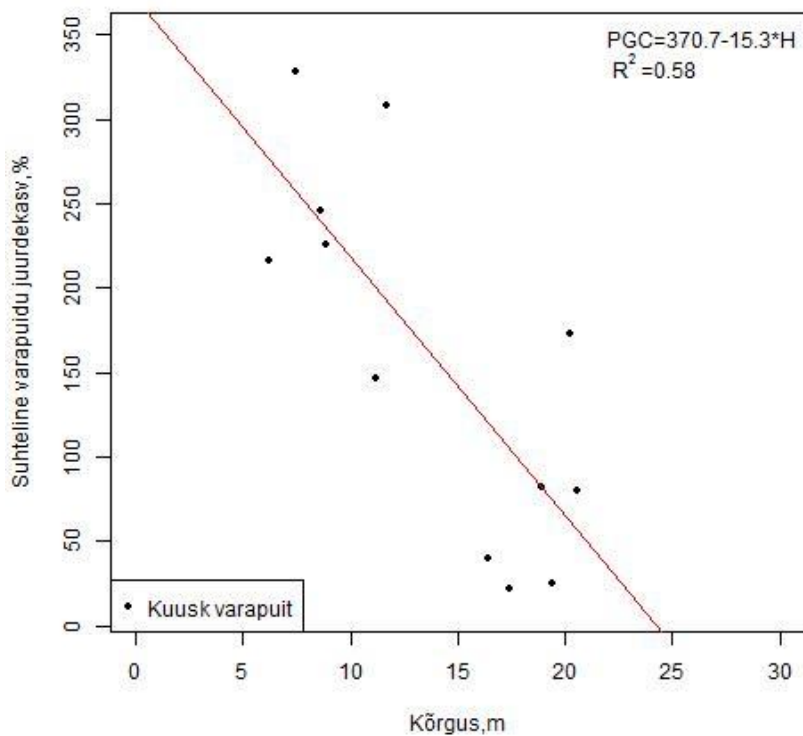
**Joonis 9.** Kuuse ja kase suhtelise juurdekasvu vaheline seos kõrgusega

Töös leiti statistiliselt oluline seos suhtelise juurdekasvu ja metsapiiri kauguse vahel  $R^2=0,60$ . Joonisel 2 on näha puude asetus eraldustel, kus on märgistatud piir, mis eraldab metsa ja tormi järgselt vabanenud ala. Joonisel 10 märgiti kuus kuuske negatiivse väärtusega, sest need asusid vabanenud alal ja neid ei mõjutanud alles jäänud metsaosas. Positiivsete väärtusega märgiti puud, mis asusid metsaosas sees. Joonisel 10 on näha, et puudel, mis asusid metsaosas, ei ole tugevat seost kaugusega metsapiirist.



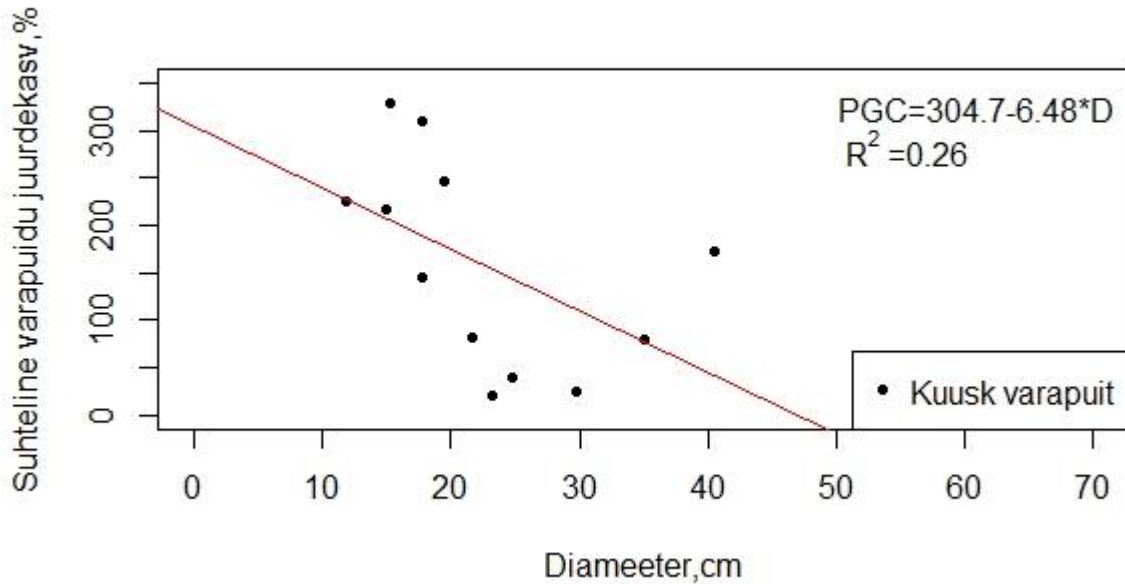
**Joonis 10.** Kuuse ja kase suhtelise juurdekasvu vaheline seos kaugusega metsapiirist

Joonisel 11 võrreldi varapuidu suhtelist juurdekasvu puude kõrgusega, mille seos osutus oluliseks,  $R^2 = 0,58$ . Kõrguse suurenedes suhteline juurdekasv vähenes.



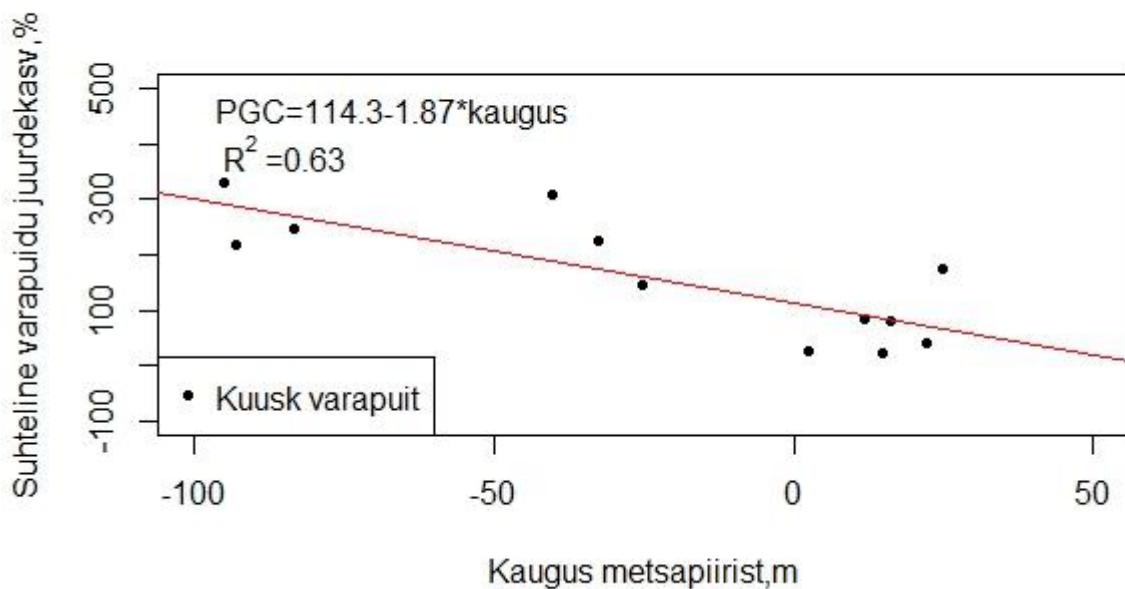
**Joonis 11.** Varapuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos kõrgusega

Varapuidu suhtelise juurdekasvu seos diameetriga oli  $R^2=0,26$  (joonis 12). Jooniselt 12 on näha, et väiksemate diameetritega puudel toimus kõige suurem suhteline juurdekasv, kuid läbivat trendi joonisel ei ole.

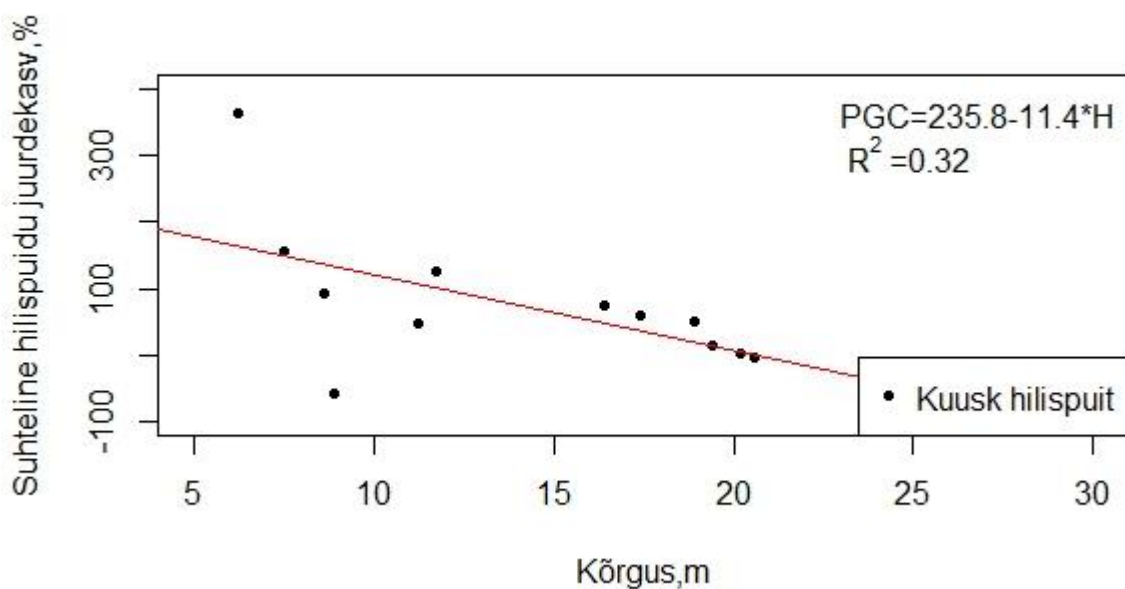


**Joonis 12.** Varapuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos diameetriga

Varapuidu suhtelise juurdekasvu ja kauguse metsapiirist vahel leiti oluline seos  $R^2=0,63$  (joonis 13). Positiivse väärtusega kuused asuvad metsaosa sees ja on näha, et kindlat trendi ei ole. Negatiivse väärtusega puud asusid metsa piirist nii kaugel, et neile ei avaldanud alles jäänud metsa osa mingit mõju.

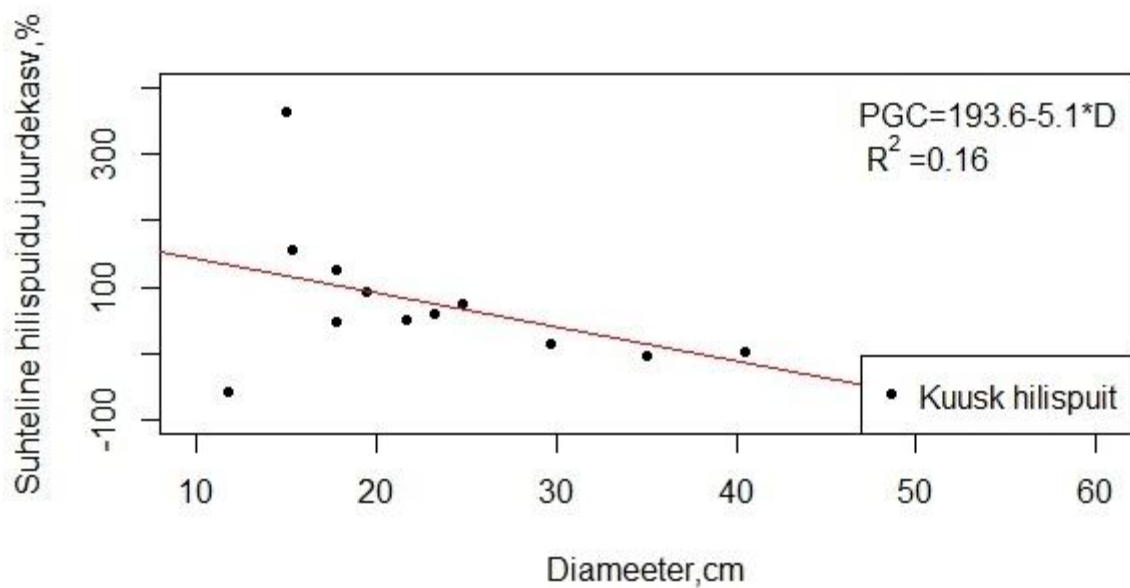


**Joonis 13.** Varapuidu juurdekasvu ja metsapiiri kauguse vaheline seos kaugusega metsapiirist  
 Hilispuidu suhtelise juurdekasvu seos kõrgusega oli statistiliselt mitte oluline,  $R^2=0,32$  (joonis 14). Graafiliselt on näha suunda, et kõrguse suurenedes suhteline juurdekasv väheneb.



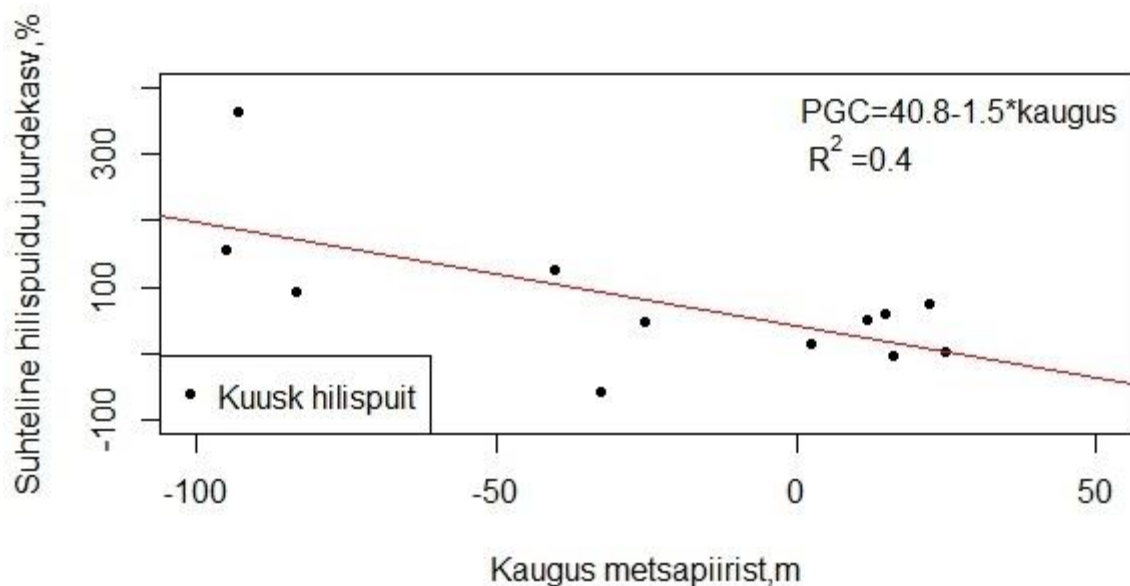
**Joonis 14.** Hilispuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos kõrgusega

Hilispuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos diameetriga oli nõrk  $R^2=0,16$  (joonis 15). Graafiliselt on näha suund, et väiksema diameetriga puudel suurenes suhteline juurdekasv rohkem kui puudel, mille diameeter oli suurem.



**Joonis 15.** Hilispuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos diameetriga

Hilispuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos kaugusega metsapiirist oli  $R^2=0,40$ , mis näitab trendi olemasolu (joonis 16). Negatiivselt märgitud puud asusid metsapiirist nii kaugel, et mets ei mõjunud nende kasvu vabanemisele. Positiivselt märgitud puud asusid metsaosa sees, graafiliselt tugevat seost ei ole nende osas näha.

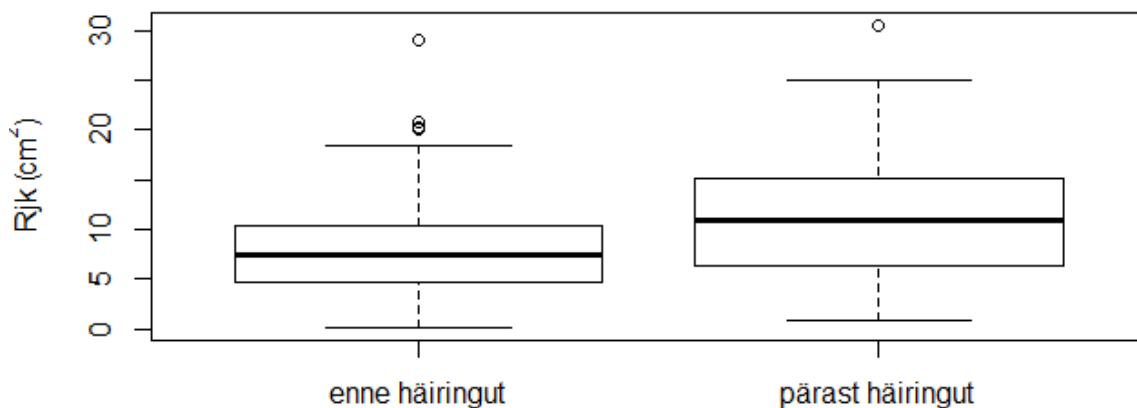


**Joonis 16.** Hilispuidu suhtelise juurdekasvu vaheline seos kaugusega metsapiirist

### 2.3. Rinnaspindala juurdekasv

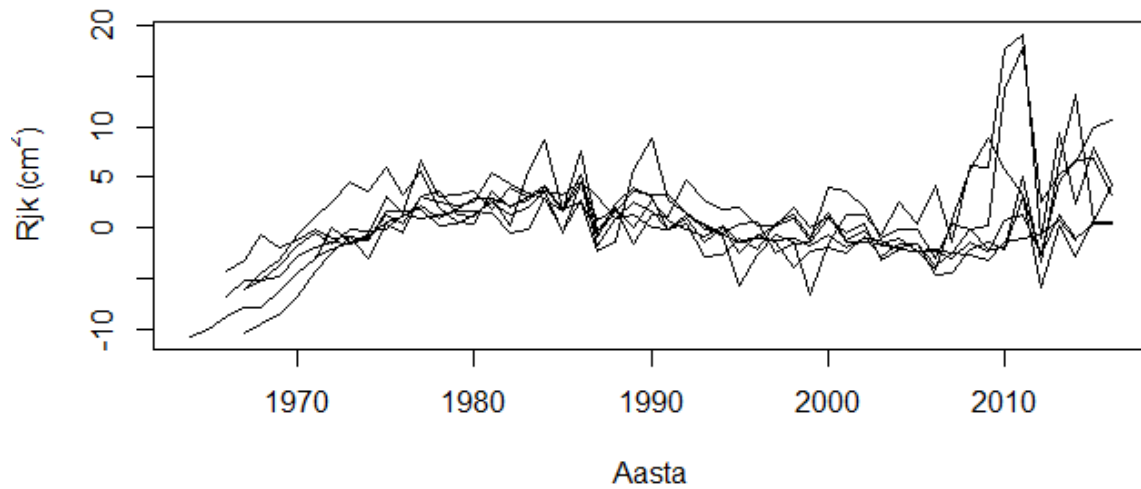
Töös normaliseeriti aastarõnga laiused ja seejärel arvutati puude rinnaspindala juurdekasv, et leida, kas pärast häiringut toimus puudes rinnaspindala juurdekasvu suurenemine võrreldes ajaga enne tormi või mitte. Kasepuudel oli uuritav periood 1964-2016, kuusepuudel uuriti ajavahemikku 1974-2016. Periood enne häiringut on kuni aastani 2010 ja periood pärast häiringut on 2011-2016.

Kase rinnaspindala juurdekasvu enne ja pärast häiringut iseloomustab joonis 17. Periood enne häiringut näitab väikest rinnaspindala juurdekasvu varieerumist. Periood pärast häiringut näitab selget rinnaspindala juurdekasvu suurenemist pärast häiringut ja keskmise rinnaspindala juurdekasvu suurenemist.



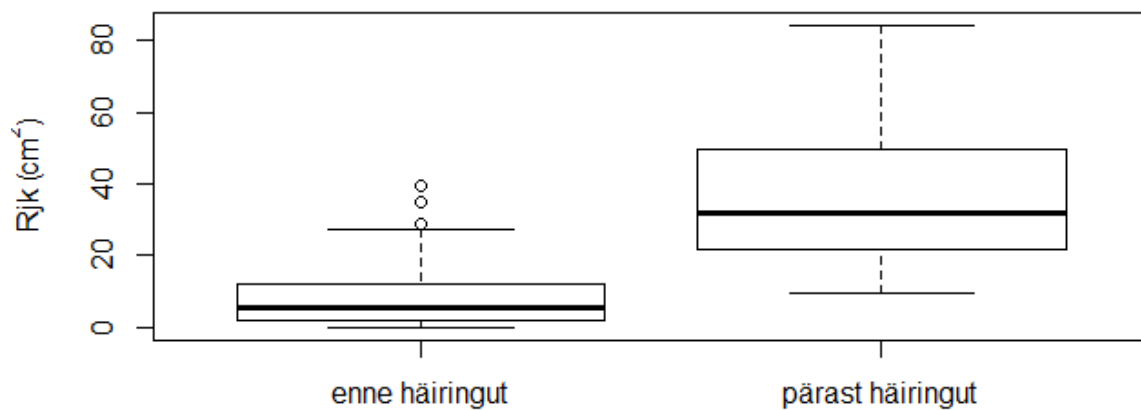
**Joonis 17.** Kase rinnaspindala juurdekasv (Rjk) enne häiringut ja pärast häiringut

Joonisel 18 on näha kase rinnaspindala juurdekasv perioodil 1964-2016, kus on näha õrnalt tõusev rinnaspindala juurdekasv kuni aastani 1990, millele järgneb kuni 2008. aastani periood, kus rinnaspindala juurdekasv on madal. Kase rinnaspindala juurdekasv suureneb kuni 2011. aastani, 2012. aastal toimub järsk langus, mis võib olla tingitud ilmastiku muutustest.



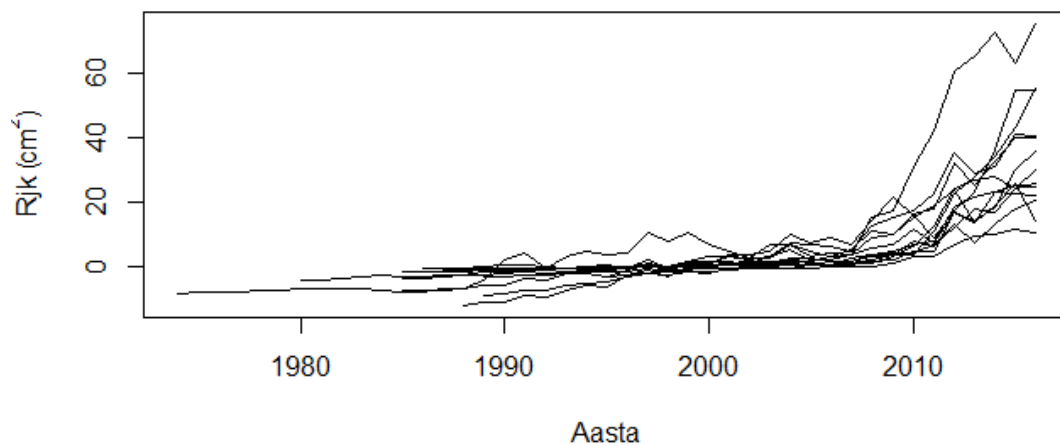
**Joonis 18 .** Kase rinnaspindala juurdekasv (Rjk)

Joonis 19 iseloomustab kuuse rinnaspindala juurdekasvu enne ja pärast häiringut, kus on näha suur rinnaspindala juurdekasvu suurenemine pärast häiringut ja toimunud on ka varieeruvuse suurenemine.



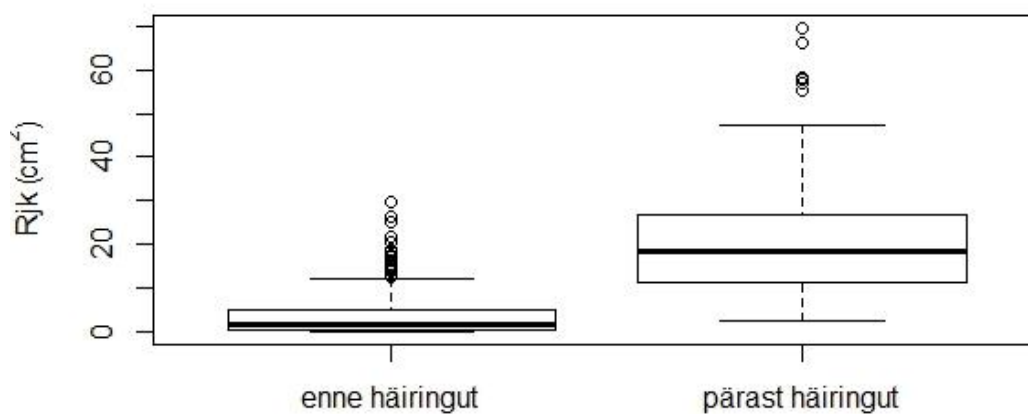
**Joonis 19.** Kuuse rinnaspindala juurdekasv (Rjk) enne ja pärast häiringut

Kuuse rinnaspindala juurdekasv on näha joonisel 20, kus on kujutatud perioodi 1974-2016. Alates 2010. aastast on näha selget ja järsku rinnaspindala juurdekasvu suurenemist.



**Joonis 20.** Kuuse rinnaspindala juurdekasv (Rjk)

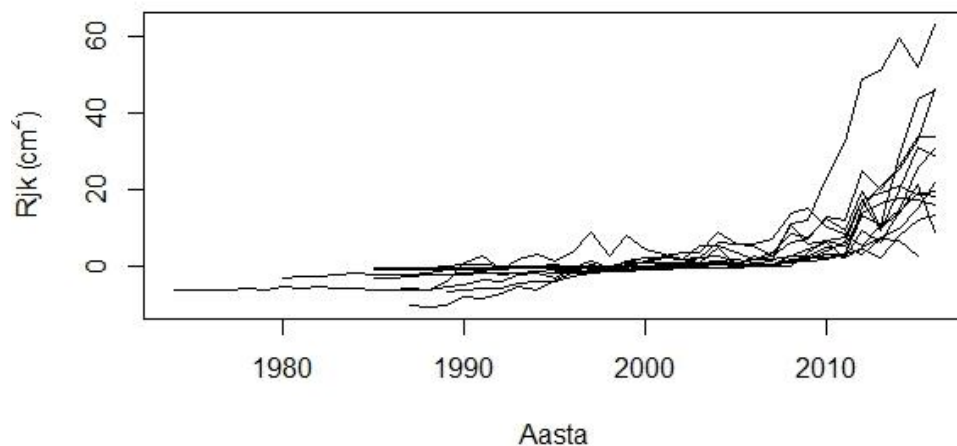
Kuuse varapuidu rinnaspindala juurdekasv enne häiringut ja pärast häiringut on kujutatud joonisel 21. Varapuidu rinnaspindala juurdekasv enne häiringut oli väga väike, aga joonisel on näha selget juurdekasvu suurenemist pärast häiringut.



**Joonis 21.** Kuuse varapuidu rinnaspindala juurdekasv (Rjk) enne ja pärast häiringut

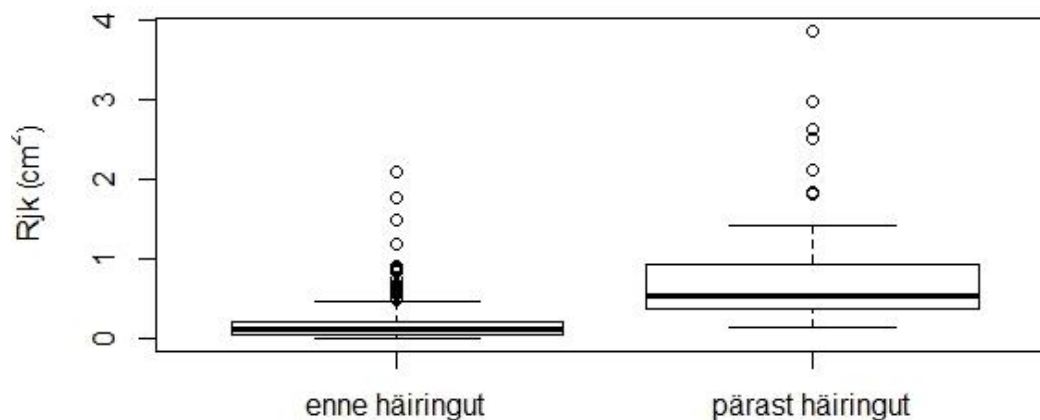
Joonisel 22 on näha kuuse varapuidu rinnaspindala juurdekasv perioodil 1974-2016, mis näitab rinnaspindala juurdekasvu suurenemist pärast 2010. aastat.





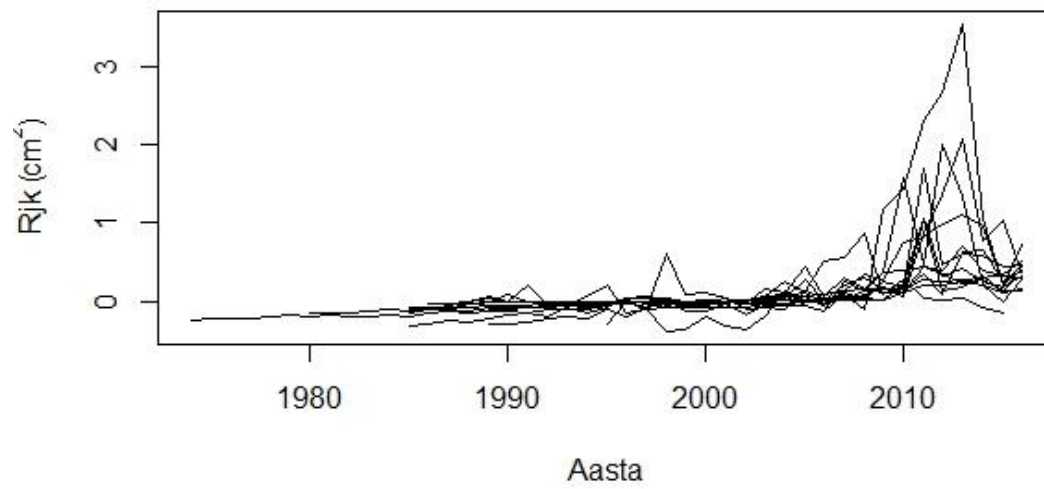
**Joonis 22.** Kuuse varapuidu rinnaspindala juurdekasv (Rjk)

Joonisel 23 on näha kuuse hilispuidu rinnaspindala juurdekasv enne ja pärast häiringut, kus on näha hilispuidu rinnaspindala juurdekasvu suurenemine pärast häiringut.



**Joonis 23.** Kuuse hilispuidu rinnaspindala juurdekasv (Rjk) enne ja pärast häiringut

Joonis 24, mis kujutab kuuse hilispuidu rinnaspindala juurdekasvu, kinnitab eelnevate jooniste usaldusväarsust. Joonisel on näha kuuskede madalat juurdekasvu kuni aastani 2010, kuid seejärel on näha rinnaspindala juurdekasvu suurenemist.



**Joonis 24.** Kuuse hilispuidu rinnaspindala juurdekasv (Rjk)

### 3. ARUTELU

Käesolevas bakalaureuse töös analüüsiti tormi mõju arukase ja hariliku kuuse radiaalkasvule Antumäe kinnistul. Analüüs näitas, et suurim suhteline juurdekasv toimus kuuskedel ja eriti kuuse varapuidu osas. Arvestatavad seosed leiti suhtelise juurdekasvu ning kõrguse ja suhtelise juurdekasvu ja diameetri vahel, mis näitavad kuuse võimet kasvada nii diameetris kui ka kõrguses pärast valgustingimuste paranemist ja konkurentsi vähenemist. Sarnasele tulemusele jõudis ka Kinep (2015) oma magistrیتöös, kus ta uuris eeluuendatud hariliku kuuse kasvu pärast lageraiet, kuid tema tõi välja puude kasvu alles pärast 3. aastat. Zielonka *et al.* (2010) tõi välja, et igale individuaalsele puule mõjub konkurentsi vabanemine erinevalt, osad vajavad kohanemiseks aega, teised suudavad kohe paremate tingimuste abil kasvada.

Suhtelise juurdekasvu ja kaugus metsapiirist kujunes statistiliselt tugevaks. aga visuaalselt oli joonistel näha, et puud mis olid metsapiiri mõju sfääris ei näidanud tugevat seost kauguse muutumisega.

Töös analüüsiti samuti rinnaspindala juurdekasvu muutust pärast häiringut. Suurim rinnaspindala juurdekasv toimus kuuskedes. Arvatavasti on põhjuseks asjaolu, et eraldisel 5 kõrvaldas häiring suurema osa konkurentidest jättes ala peaaegu lagedaks, andes võimaluse seal kasvavatele alles jäänud kuuskedele. Eeluuendatud hariliku kuuse kasvu pärast lageraiet uurisid Metsalaid *et al.* (2005), kes leidis samuti, et hariliku kuuse rinnaspindala juurdekasv suurenes kõigis puudes peale ala vabanemist esimesest rindest. Osa eraldisest 5 ei saanud häiringus nii palju kahjustada ja seal osas kasvavatel kuuskedel konkurets vähenes aga mitte nii palju kui lagedal alal.

Uuritavates kaskedes toimus väike suhtelise juurdekasvu ja rinnaspindala juurdekasvu suurenemine pärast häiringut võrreldes kuuskedega. Põhjuseks võib tuua asjaolu, et kask oli häiringu ajaks juba saavutanud oma potentsiaali esimese rinde enamuspuliigina. Oma uuringutes leiavad Lorimer ja Frelich (1989) samuti, et esimese rinde puudele ei mõju konkurentsi vähenemine nii palju kui väiksematele teise rinde puudele. Tsetanov *et al.* (2011)

jõudis sarnasele järeldusele, et valgusnõudlikud liigid, mis on juba jõudnud esimesse rindesse ei saa nii palju kasu vabanevast valgusest kui varjutaluvad liigid, mis olid teises rindes.

Torm hävitas suure osa puudest uuritavates eraldistes, kuid sellega andis ta võimaluse just allesjäänud teise rinde puudele. Vodde (2013), kes uuris tormikahjustuste käigus tekkinud mikroalade dünaamikat ja häiringujärgset puurinde uuenemist hemiboreaalses segametsas, jõudis toetavale järeldusele, et just teise rinde puudel on eelis pärast tormijärgset konkurentsist vabanemist. Puude radiaalkasvu võivad mõjutada paljud muutujad, kuid käesoleva töös selgus, et suurim radiaalkasvu suurenemine toimus puudes, mis vabanesid tormi järgselt enim ja mille konkurents vähenes märgatavalt.

## KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöös analüüsiti arukase ja hariliku kuuse radiaalkasvu tormijärgses puistus Antumäe kinnistul.

Torm laastas kinnistut 2010. aasta augusti alguses, kus seejärel teostati sanitaarlageraie, mis tegi sellest sobiva prooviala, kus teostada välitöid. Puursüdamike proovid koguti 20 juhuslikult valitult puult, mis jäid tormikahjustuse alasse 2016. aasta novembris toimunud välitööde käigus.

Et analüüsida erinevate muutujate suhet suhtelise juurdekasvuga, teostati regressioonanalüüs, kus analüüsiti diameetri, kõrguse ja kauguse metsapiirist suhet kase, kuuse, kuuse vara- ja hilispuidu suhtelise juurdekasvuga. Töös uuriti rinnaspindala juurdekasvu muutust pärast häiringut ja koostati joonised, et saaks võrrelda muutust, mis toimus pärast häiringut.

Peamised tulemused:

- Suurim suhtelise juurdekasvu suurenemine toimus kuuskedel, mis asusid lagedal alal. Kase suhteline juurdekasv oli võrreldes kuuse omaga väike.
- Suurimad statistilised seosed leiti suhtelise juurdekasvu, puude kõrguse ja diameetri vahel.
- Rinnaspindala juurdekasv oli suurim kuuskedel, sest häiringu järel vähenes konkurents toitainetele ja valgusele.
- Kase rinnaspindala juurdekasv ei näidanud suurt muutust enne ja pärast häiringut. Juba enne häiringut oli kase rinnaspindala juurdekasv hea ja see võib olla tingitud asjaolust, et enne häiringut oli kask eraldisel 1 esimese rinde enamuspoolsel.

Käesoleva bakalaureusetöö tulemused näitavad tormi mõju arukase ja hariliku kuuse kasvule, mis rikastavad teadmisi näiteks dendrokronoloogia, metsakorralduse ja üldise ökoloogia valdkondades.

## Kasutatud kirjandus

1. **Aitsam, V.** (2016). Tormi murtud puit rikneb ruttu. – Maaelu 31 (59), 1–12.
2. **Biondi, F., Qeadan, F.** (2008). A Theory-Driven Approach to Tree-Ring Standardization: Defining the Biological Trend from Expected Basal Area Increment. – Tree-Ring Society. 64 (2), 81-96.
3. **Bunn, A.** (2015). Package ‘dplR’. <http://cran.r-project.org/web/packages/dplR/dplR.pdf>. 119 lk. (1.05.2017).
4. **Cuny, H. E., Rathgeber, C. B. K., Frank, D., Fonti, P., Fournier, M.** (2014). Kinetics of tracheid development explain conifertree-ring structure. – New Phytologist. 203 (4), 1231-1241.
5. **Grissino-Mayer, H.D.** (2001). Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computerprogram COFECHA. – Tree-Ring Research 57, 5-21.
6. **Hepner, H.** (2016). Ülevaade 2016. aasta II kvartali puiduturust. [<http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2013/01/puiduhinnad-2016-ii-kv.pdf>] (6.04.2017).
7. **Hordo, M.** (2011). Dendroklimatoloogiliste meetodite kasutamine puistu kasvukäigu modelleerimisel. Doktoritöö. Tartu, 175 lk.
8. **Kannimäe, T.** (2015.) Kliima mõju analüüs Järvelja lehispuistutes. Magistritöö. Tartu, 47 lk.
9. **Kinep, A.** (2015). Hariliku kuuse eeluuenduse püsiproovitükkide kordusmõõtmine ja andmete analüüs. Magistritöö. Tartu, 49 lk.
10. **Kiviste, A.** (2007). Matemaatiline statistika MS Exceli keskkonnas. Tartu, 86 lk.
11. **Köster, K.** (2009). Dynamics of living and dead woody biomass in forest ecosystem after windthrow. A thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Forestry. Tartu, 120.
12. **Lorimer, C., Frelich, L.** (1989). A Methodology for Estimating Canopy Disturbance Frequency and Intensity in Dense Temperate Forests. – Canadian Journal of Forest Research 19, 651-663.
13. **Lõhmus, E.** (1992). Hariliku männi radiaalkasvu seosest meteoroloogiliste teguritega. – Metsanduslikud uurimused, 25, 50-59.

14. **Läänelaid, A.** (1976). Juhend dendroindikatsioonilisteks uuringuteks. – Abiks loodusvaatlejale, 70. Eesti NSV Teaduste Akadeemia. Eesti Looduseuurijate Selts. 30 lk.
15. **Läänelaid, A.** (2002). Aastarõngasdateerimine Eestis. Doktoritöö. Helsinki, 30 lk.
16. **Metsalaid, M., Ilisson, T., Vicente, M., Nikinmaa, E., Jõgiste, K.** (2005). Growth of advance regeneration of Norway spruce after clear-cutting. – *Tree Physiology* 25, 793-801.
17. **Läänelaid, A.** (2010). Maapinna langatuste mõju metsale. Kaar, E.; Kiviste, K. (Toim.). Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis (271–289). Tartu: Eesti Maaülikool.
18. **Läänelaid, A.; Eckstein, D.** (2010). Tree Growth in an Area Subsided due to Mining Activities in Northeast Estonia. *Baltic Forestry*, 16 (2), 180–186.
19. **Läänelaid, A., Sohar, K., Kull, A.** (2014). Kuivenduse mõju ulatus Tellissaare rabas mändide jämeduskasvu järgi. Tammiksaar, E., Pae, T., Mander, Ülo (Toim.). Uurimusi eestikeelse geograafia 95. aastapäeval. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis*, 111: 219–229
20. **Metsalaid, S.** (2016). Cross-dating. Loengukonspekt. (Andmed uuendatud 21.09.16).
21. **Metsaregister.** (2017). [<http://register.metsad.ee/avalik/> (07.04.2017)]
22. **Nowacki, G.J., Abrams, M.D.** (1997). Radial-growth averaging criteria for reconstruction disturbance histories from presettlement-origin oaks. – *Ecological Monographs*, 67 (2), 225-249.
23. **Potapov, A.** (2016). Kuivendussüsteemi rajamise ja rekonstrueerimise mõju puude radiaalsele juurdekasvule. Magistritöö. Tartu, 93 lk.
24. **Pruuli, M.** (2014). Hariliku männi kasv ja häiringute mõju analüüs Käsmu poolsaarel. Magistritöö. Tartu, 121 lk.
25. **Pärn, H.** (2004). Hariliku männi puistute radiaalkasvu ja kliimategurite vaheliste seoste ajalisest varieeruvusest. – *Metsanduslikud Uurimused*, 40, 65-79.
26. **Pärn, H.** (2008). Männipuistute radiaalkasvust muutuvates keskkonnatingimustes. – *Metsanduslikud Uurimused*, 48, 41-52.
27. **Rinn, F.** (2003). TSAP-Win-timeseries analysis and presentation dendrochronology and related applications. Frank Rinn. Heidelberg, 110 lk.
28. **Silm, D.** (2015). Kliima mõju analüüs arukase, hariliku kuuse ja hariliku männi radiaalkasvule loometsades. Bakalaureusetöö. Tartu, 35 lk.



29. **Zielonka, T., Holeksa, J., Fleischer, P., Kapusta, K.** (2010). A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians. – *Journal of Vegetation Science* 21, 31-42.
30. **The R Foundation.** (2017). The R Project for Statistical Computing. <http://www.rproject.org/> (13.04.2017)
31. **Tsvetanov, N., Nikolova, N., Panayotov, M.** (2011). Trees reaction after windthrow recorded in tree rings of pristine *Picea abies* forest "Parangalitsa". – *TRACE Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology* 9, 89-96.
32. **Vodde, F.** (2013). Microsites and tree regeneration dynamics: prolonged storm effects in hemiboreal mixed forest. A thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Forestry, Tartu, 156 lk.

# **Radial growth analysis of Silver birch (*Betula pendula* Roth.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) after windstorm on Antumäe property**

## **SUMMARY**

The aim of this research was to analyse the radial growth changes of silver birch and Norway spruce trees following a storm in a private forest property of Antumäe.

In the beginning of August in 2010, a windstorm damaged the forest stands growing on Antumäe property, after which a sanitation clearing took place. Increment cores were extracted from 20 randomly selected trees, that remained on the storm damaged area during fieldwork in November 2016.

In order to analyse the relation of different variables to relative growth increase, a regression analysis was used. Relationship between relative growth increase and tree diameter, height and distance from forest edge was tested for annual radial increment in spruce and birch and earlywood and latewood of spruce. The increase in basal area increment was researched after the disturbance. In order to compare post-disturbance changes, graphs were compiled.

- The major growth release was observed in advance regeneration of Norway spruce that grew in clear windstorm area. The growth release in birch trees in comparison with spruces was considerably smaller.
- The largest statistical correlations were found between the growth release of trees and the height and diameter of the trees.
- The largest increase in basal area increment was observed in Norway spruce advanced regeneration because competition for light and nutrition after the disturbance for these trees were eliminated.
- The changes in radial growth, including basal area increment before and after the disturbance, were considerably smaller for the birch, which might be explained by the fact that birch was a dominant tree species in the stand before the disturbance.

The results of this thesis present the effects of the windstorm on the growth of silver birch and Norway spruce, which improves our knowledge in the field of dendrochronology, forest management and ecology.

## **LISAD**

# Lisa 1. Metsakaitseeksperitiis

## Keskkonnaamet PVV regioon

Metsakaitseeksperitiisi ekspertarvamus (kuupäev ja nr)

Kirja (K), taotluse (T) või metsateatise (MT) sissetuleku kuupäev ja nr

13.08.10

PVV/13-4/Võ/6

09.08.10

2223000113

Eskperitiisobjekti asukoht  
Maakond Võru  
Vald Sõmerpalu

Metsakond Võrumaa  
Kinnistu nimetus Antumäe

Metsakahjustused ja kahjustuse tõttu kavandatud raied

Katastriüksuse tunnus	K v a r t a l	Eraldise		Kahjustatud puistu (metsata metsamaa)							Soovitavad raied**						
		n u m b e r	p i n d a	Enamu s puuliik	pea- kahj. puu- liik	v a n n u s a	* s i u s	kahjustuse		kahjustajad olulisuse järje- korras				liik	pindal a ha	tagav ara tm	seemnepuud tk
								a	%	1	2	3	4				
76702:003:0031		1	0,5	KS	KS	60	0,00	V	95	3				SR	0,25	35	0
76702:003:0031		5	0,2	KU	KU	40	0,10	V	80	3				SR	0,2	33	0
76702:003:0031		1	0,5	KS	KS	60	0,60	T	10	3				SR	0,25	5	0

\* täiuse määramisel ei võeta arvesse metsa majandamise eeskirja §7 p.1-8 nimetatud ning halva fenotüübiga puid; üle 40 % täiusega puistus võib määrata lageraie erandina vaid siis, kui puistu seisund on kiirelt halvenemas \*\*eraldise osalise lageraie puhul trükkida või paljundada raie skeem metsa- või katastriplaani (pöördele)!

### Metsa seisundi hinnang

2010 a teostatud raied. Tugev tormikahjustus (tormimurd, tormiheide ja vaalimine tuule mõjul)

### Soovitavad metsakaitseabinõud

Raiuda er 1 0,25 ha 35 tm ja er 5 0,2 ha 33 tm SR korras (SLR)

### Märkused

Kinnistu asub Keema järvede kaitsealal. Kaitsealal ei ole lubatud teha LR. Kuna tormi tagajärjel on puistute täius langenud alla 0,30 on tegemist metsanduslikult lageda alaga. Metsa majandamise eeskirja § 7 lg 8 järgi on SR käigus lubatud raiuda tormiheidet ja -murdu. Tormikahjustus 08.08.2010

Eksperitiisi tegija nimi ja allkiri Juho Joonas /allkirjastatud digitaalselt/

Eksperitiisi tegija ametinimetus metsanduse peaspetsialist

Metsakahjustuse põhjus			Raieliik	Puude lühendid	Kahjustusaste
1-tuli	24-juureüraskid	44-haavataelik	LR-lage-raie	MA-mänd HB-haab	N-nõrk, kahjus-tus ei
2-üleujutus	25-männikärsakad	45-lehisevähk	AR-aeg-järkne	KU-kuusk LM-sang-	pidurda puude kasvu
3-torm	26-koorelutikas	46-saarevähk	raie HL-häil-	NU-nulg lepp	K-keskmise;
6-külm	27-mai-või juunipõrnikas	47-must taelik	raie	LH-lehis LV-hall	kahjustuse taga-järjel
7-lumi	28-metsa-külmavaksik	48-viirushaigused	VR-veer-raie	SE-see- lepp	juurdekasv aeglustub
10-ulukid	29-tammemähkur	49-teised	VA-val-	dermänd PN-pärm	T-tugev; kahjustuse
11-metskits	31-männivaksik	tüvemädanikud	gustusraie	TS-eba- PP-pap-	taga-järjel juurdekasv
12-metsliga	32-niineürask	50-teised	HR-har-	tsuuga pel	peatub
13-hirv	38-tüve putukkahjurid	kahjustused	vendusraie	TA-tamm TO- teised	V-väga tugev;
14-kobras	39-võra putukkahjurid	52-langala	SR-sani-	SA-saar okaspuu-	kahjustuse tagajärjel
15-pöder	40-juurepess	53-meh. vigastused	taarraie	VA-vaher liigid	puud hävivad
20-latipihklane	41-männitaelik	54-metsaõigus-		JA-jalakas TL-teised	
21-säsiüraskid	42-külmaseened	normide rikkumine		KP-kün- lehtpuu-	
22-kooreüraskid	43-männi-koorepõletik	55-halb fenotüüp		napuu liigid	
				KS-kask	

**Lisa 2. Eraldise seisukord peale lageraiet**



**Lisa 3. Eraldise 1 ja 5 koosseisu takseerandmed aastast 2009**

Eraldise nr.	Rinne	Puuliik	Vanus,aasta	Kõrgus,m	Osakaal,%	Peapuuliik, jah/ei
1	1	Kask	60	24,0	65	jah
1	1	Kuusk	60	21,0	5	ei
1	1	Hall lepp	50	20,0	10	ei
1	1	Mänd	60	20,0	20	ei
1	2	Kuusk	30	10,0	100	ei
5	1	Kuusk	40	15,0	100	jah
5	Üksikpuud	Kask	60	24,0	100	ei

#### **Lisa 4. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Maaris Varrik,

sünniaeg 27.03.1995,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Arukase (*Betula pendula Roth*) ja hariliku kuuse (*Picea abies (L.) Karst.*) radiaalkasvu analüüs tormijärgses puistus Antumäe kinnistul,

mille juhendajad on Maris Hordo ja Sandra Metslaid,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(kuupäev)

---

#### **Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)